



Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim

ISBN : 979 - 98569 - 0 - 9

# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL REKAYASA PERENCANAAN I

# **POLA PENANGANAN MASALAH LINGKUNGAN HIDUP MELALUI KOMITMEN KEBANGSAAN**

Surabaya, 24 Mei 2004

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

**PROSIDING**  
**Seminar Nasional Rekayasa Perencanaan I**

**POLA PENANGANAN MASALAH LINGKUNGAN HIDUP MELALUI  
KOMITMEN KEBANGSAAN**

Surabaya, 24 Mei 2004

**Tim Editor :**

Ketua : Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, MSc.  
Wakil Ketua : Dr. Ir. Edy Mulyadi, SU.  
Anggota : Ir. Tuhu Agung R., MT.  
          : Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
          : Euis Nurul H, S.T

**Penerbit :**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
UPN "Veteran" Jatim  
Jl. Raya Rungkut Madya – Gunung Anyar, Surabaya  
Telp / Fax : 031 - 8782087  
[http : //www.ftspunjatim.net](http://www.ftspunjatim.net)

---

**ISBN : 979 – 98569 – 0 – 9**

## B. Bidang Perkembangan Teknologi Lingkungan

### a. Teknologi Pengolahan Limbah Cair

Ruang : B - a

Pukul : 13.00 – 15.30

No.	Nama	Judul Abstrak	Moderator/Notulen
B-a-1	Tuhu Agung R	Phase Gas – Holdup Dalam Kolom Unggun Fluidisasi Tiga Fasa	Ir. Tuhu Agung R.,M.T. Yudha
B-a-2	Ellina S Pandebesie Susi Agustina W	Inhibisi Nitrat Terhadap Pertumbuhan Algae Hijau ( <i>Chlorella Sp.</i> )	
B-a-3	Munawar Ali	Model Isoterm Phenol-Karbon Aktif Dalam Mengeliminasi Pencemaran Air	
B-a-4	M. Mirwan Firra Rosariawari	Penurunan COD dan Zat Organik Dalam Lindi Menggunakan Eceng Gondok Dengan Metoda Plantanova	
B-a-5	Sumargono Endang Ismiati Lazuardi	Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Proses Elektroflokulator Secara Batch	
B-a-6	Susi Agustina W Ellina S Pandebesie	Inhibisi Phosphat Terhadap Pertumbuhan Algae Hijau ( <i>Chlorella Sp.</i> )	
B-a-7	Alia Damayanti	Studi Penurunan COD pada Lindi TPA Keputih Sukolilo	
B-a-8	Harmin Sulistyaning T	Residu Insektisida Klorpirifos dalam Darah Tikus Putih ( <i>Rattus novergicus</i> ) Akibat Paparan Secara Inhalasi	
B-a-9	Firra Rosariawari M. Mirwan	Efektifitas $\text{FeSO}_4$ dan Senyawa – Senyawa Alkali Dalam Penurunan Kadar Deterjen Air Buangan Cucian (Laundry)	
B-a-10	Nurul Widji Triana Edi Mulyadi	Pengolahan air Limbah Industri Tekstil Dengan Serbuk Gergaji	
B-a-11	Bieby Voijant T I.D.A.A. Warma Dewanthi	Pemanfaatan Tanaman <i>Typha angustifolia</i> Untuk Pengolahan Air Limbah Domestik	
B-a-12	Jenny Caroline	Penurunan COD Dengan Proses Adsorpsi Secara Batch Menggunakan Karbon Aktif Pada Limbah Cair	



## **Model Isoterm Phenol – Karbon Aktif Dalam Mengeliminasi Pencemaran Air**

**Munawar Ali**

Jurusan Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur

### **ABSTRACT**

*High concentrated phenol in wastewater, especially in industrial wastewater, can endanger the life of aquatic organism that exists in the body of water. Adsorption can reduce the concentration of phenol. High porous materials are very good for this function as absorber, e.g. active carbon. Active carbon in the form of granular was placed in the column reactor whose four effluent discharges for sampling, each was 25, 50, 75, and 100 cm in height. The solution containing phenol was fed to the reactor in certain rate and then sampling was carried out at each height of active carbon. The adsorption at this condition was 53.48%. The best condition obtained was pH 7*

*Key word : Isoterm Phenol - Carbon*

### **ABSTRAK**

Kandungan phenol yang tinggi dalam air buangan khususnya buangan industri, dapat membahayakan kelangsungan hidup biota air yang ada pada badan air. Melalui proses penyerapan diharapkan kadar phenol dalam air buangan industri menjadi lebih rendah. Sebagai penyerap senyawa polutan (phenol) dipakai bahan yang mempunyai porositas tinggi, misalnya karbon aktif. Salah satu cara pengolahan untuk menurunkan kadar phenol dengan proses adsorpsi. Sampel air buangan yang mengandung senyawa phenol dialirkan kedalam kolom yang terisi karbon aktif yang sudah dirancang dengan ketinggian dan kecepatan aliran tertentu. Dari hasil analisa, diketahui persen penyerapan pada kondisi ini adalah sebesar 53,48 %, larutan phenol dengan pH 7 (netral).

Kata kunci : Isoterm Phenol-Karbon

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan sektor industri kian tahun cenderung meningkat, dengan demikian masalah yang ditimbulkan terhadap pencemaran lingkungan juga semakin bertambah banyak. Suatu badan air akan menjadi tercemar, bila bahan-bahan buangan dimasukkan ke dalam badan air tersebut, sehingga terjadi perubahan kualitas air dan mengakibatkan tidak sesuai untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Seperti diketahui bahwa industri-industri tekstil, cat, pestisida dan kayu lapis merupakan industri yang menghasilkan polutan seperti phenol. Bila limbah ini dibuang, langsung ke badan air akan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, khususnya bagi makhluk hidup yang ada



adsorbat tertentu Hasil dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan, menunjukkan bahwa pori-pori dari karbon aktif di kelompokkan menjadi dua bagian berdasarkan ukurannya, yaitu ;

a. Mikropore.

Dapat didefinisikan sebagai pori-pori dengan radius antara 10 - 1000 Å. Karbon aktif mempunyai permukaan yang sifatnya tidak terbasahi oleh air. Molekul-molekul air cenderung saling bergabung sendiri daripada bergabung dengan karbon, akibatnya pada tekanan uap yang rendah sangat sedikit uap air yang teradsorpsi oleh karbon aktif. Sebaliknya pada tekanan uap yang lebih tinggi, air dengan mudah di adsorpsi, tetapi hal ini bisa juga disebabkan oleh adanya kondensasi pada pori - pori dan bukan karena adsorpsi oleh permukaan karbon.

b. Makropore.

Didefinisikan sebagai pori-pori dengan diameter lebih besar dari 1000 Å. Pengaruh makropore pada luas permukaan untuk penyerapan adalah kecil, karena itu adanya makropore pada beberapa kasus adalah merugikan, karena banyak mengurangi volume pada karbon sehingga menyebabkan turunnya massa jenis karbon, tetapi dalam penggunaannya, makropore berperan penting dalam struktur karbon.

**Phenol (Hidroxy-Benzen).**

Phenol merupakan senyawa organik dari golongan senyawa aromatik, yang dapat dirumuskan sbb ;Rumus kimia :  $C_6H_5OH$ . Phenol mempunyai sifat-sifat antara lain ;Phenol murni berbentuk kristal pada temperatur ruang, tidak berwarna dan berbau. Larut dalam air ( $H_2O$ ). Merupakan asam lemah,  $Pka = 10.0$  tetapi merupakan asam yang lebih kuat daripada alkohol dan air. Titik Cair = 42 - 43 °C Titik Didih = 181,4 °C Massa jenis = 1,071 ( 25 °C ) (Kirk, R.E and Othmer, 1965)

Phenol dalam air limbah biasanya terdiri dari berbagai jenis hydroxy benzen dan substitusi hydroxy benzen. Bahan kimia ini sering dijumpai sebagai polutan dalam industri, khususnya industri kimia. Phenol bila berada dalam kadar yang tinggi dalam badan air akan mengakibatkan kematian flora dan fauna. Phenol bila tersentuh kulit dapat menimbulkan iritasi dan jika sampai terminum dapat merusak pembuluh darah, menimbulkan gangguan pada otak, paru-paru serta ginjal.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Sampel air buangan yang mengandung senyawa phenol dialirkan kedalam kolom yang terisi karbon aktif dengan ketinggian dan kecepatan aliran tertentu . Ketinggian kolom yang terisi karbon divariasikan sesuai perencanaan dan masing-masing ketinggian karbon aktif dibuat lubang untuk pengambilan sampel yang akan dianalisa konsentrasi akhir dengan spektrofotometer. Pengulangan perlakuan disesuaikan dengan variabel yang ditetapkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan memvariasikan peubah-peubah yang ada, dalam upaya untuk menurunkan kadar/konsen trasi phenol dalam air buangan industri (limbah sintetis), maka didapatkan konsentrasi phenol akhir yang relatif lebih rendah daripada konsentrasi awal phenol. Berikut ini hasil konsentrasi akhir phenol dengan menvariasikan konsentrasi awal phenol dan ketinggian karbon aktif terhadap beberapa kecepatan aliran. Berikut ini adalah pengaruh dari kecepatan pengaliran larutan phenol terhadap konsentrasi akhir.

Tabel 1. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan Kecepatan aliran (V) = 30 ml/menit.

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	3.450	2.886	2.658	2.308
10	6.715	5.614	5.081	4.375
20	13.066	10.851	9.854	7.818

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Sedangkan tabel dibawah ini, menunjukkan pengaruh kecepatan pengaliran terhadap konsentrasi phenol akhir dengan kecepatan pengaliran 50 ml/menit.

Tabel 2. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan Kecepatan aliran (V) = 50 ml/menit.

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	3.645	2.935	2.712	2.386
10	6.874	5.721	5.105	4.388
20	13.114	10.851	9.887	7.864

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Dan tabel berikut, menunjukkan pengaruh kecepatan pengaliran terhadap konsentrasi phenol akhir dengan kecepatan pengaliran 100 ml/menit.

Tabel 3. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan Kecepatan aliran (V) = 100 ml/menit.

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	3.743	2.951	2.748	2.397
10	6.929	5.865	5.183	4.406
20	13.154	10.904	9.914	7.889

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Sedangkan pengaruh pH larutan phenol dan ketinggian karbon aktif terhadap konsentrasi akhir phenol, dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini. Berikut ini, tabel yang menunjukkan pengaruh pH larutan terhadap konsentrasi akhir phenol dengan pH larutan 2.

Tabel 4. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan pH 2

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	4.042	3.861	3.023	2.386
10	7.892	7.380	5.535	3.942
20	15.482	14.013	10.885	7.637

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Sedangkan, tabel dibawah ini menunjukkan pengaruh pH terhadap konsentrasi akhir phenol dengan pH 7.

Tabel .5. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan pH 7

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	4.027	3.705	2.994	2.215
10	7.652	7.369	5.342	3.808
20	15.039	13.987	10.546	7.395

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Dan tabel dibawah ini, menunjukkan pengaruh pH larutan phenol terhadap konsentrasi akhir phenol dengan pH 11.

Tabel .6. Konsentrasi Phenol Akhir (mg/l) dengan pH 11

Konsentrasi Awal (mg/l)	Ketinggian Karbon Aktif (cm)			
	25	50	75	100
5	4.109	3.879	3.250	2.784
10	7.922	7.586	5.817	4.249
20	15.828	14.243	11.038	7.953

(Sumber : Hasil Penelitian dan Analisa)

Dengan melihat hasil-hasil konsentrasi akhir phenol diatas, baik yang divariasikan terhadap kecepatan aliran ataupun terhadap pH, dapat dihitung persen penyerapan phenol. Persen penyerapan karbon aktif terhadap konsentrasi phenol dengan kecepatan aliran 30 ml/menit, diketahui bahwa, pada konsentrasi awal 5 mg/l, dengan ketinggian karbon aktif 25 cm, persen penyerapan phenol oleh karbon aktif adalah 31 %, Sedangkan pada ketinggian karbon aktif, 50 cm, 75 cm, dan 100 cm, persen penyerapan phenol oleh karbon aktif adalah berturut-turut sebesar 42,28% ; 46,84% ; dan 53,84%. Dan dengan cara regresai linier dapat diketahui persamaan garis liniernya,

Dari keadaan-keadaan diatas, menunjukkan bahwa semakin tinggi lapisan karbon aktif semakin besar pula persen penyerapan phenol oleh karbon aktif butiran. Hal tersebut dikarenakan dengan semakin tingginya lapisan karbon aktif, luas permukaan karbon aktif menjadi relatif lebih

luas. Dengan konsentrasi phenol awal yang relatif tinggi, penurunan konsentrasi phenol menjadi lebih sulit, hal ini disebabkan luas permukaan karbon aktif tetap, tetapi dengan luas permukaan yang tetap tersebut, dikondisikan untuk menurunkan konsentrasi phenol awal yang relatif lebih tinggi daripada sebelumnya, sehingga relatif sulit untuk menurunkan kadar phenol serendah mungkin atau minimal sama dengan kadar phenol akhir pada penyerapan phenol dengan konsentrasi awal yang rendah.

Persen penyerapan phenol dengan karbon aktif menunjukkan bahwa dengan membandingkan kecepatan aliran yang masuk, diketahui bahwa pada konsentrasi awal 5 mg/l dan ketinggian karbon aktif 25 cm dengan kecepatan aliran 30 ml/menit, persen penyerapan phenol adalah sebesar 31 %. Dengan kecepatan aliran 50 ml/menit, persen penyerapannya sebesar 27,10 % dan dengan kecepatan 100 ml/menit, persen penyerapannya adalah sebesar 25,14 %. Keadaan ini juga berlangsung pada konsentrasi awal 10 mg/l dan 20 mg/l, juga untuk berbagai ketinggian karbon aktif. Dengan demikian dapat dilihat bahwa semakin rendah kecepatan aliran yang masuk, makin besar persen konsentrasi phenol yang terserap. Hal ini disebabkan dengan kecepatan aliran yang relatif rendah, waktu yang dibutuhkan sampai kolom reaktor penuh relatif lama, dan dengan begitu waktu kontak phenol dan karbon aktif menjadi lebih lama.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa kondisi paling baik dalam penurunan phenol adalah pada pH 7 (netral) dan kondisi paling buruk adalah pada pH 11 (basa). Hal ini diakibatkan karena salah satu sifat dari phenol adalah merupakan asam lemah. Karena itu jika pH larutan phenol berada dalam keadaan asam kuat ataupun basa kuat, akan menyebabkan molekul-molekul phenol pecah dan akan tersuspensi, sehingga tidak akan dapat diserap oleh karbon aktif. Oleh karena itu, persen penyerapan larutan phenol pada pH 11 dan pada pH 2, relatif lebih rendah daripada persen penyerapan larutan phenol pada pH 7.

## 5. KESIMPULAN

### Kesimpulan

- Semakin besar konsentrasi phenol awal, makin sulit untuk diturunkan konsentrasinya.
- Dengan kecepatan aliran yang relatif lambat, penyerapan phenol oleh karbon aktif menjadi lebih baik, daripada dengan kecepatan aliran yang tinggi.
- Dengan luas permukaan yang relatif luas, persen penyerapan phenol oleh karbon aktif lebih besar.

### Saran.

Masih diperlukan penelitian lebih lanjut lagi dengan variabel-variabel lain, misalnya :

- Diameter karbon aktif
- Bentuk karbon aktif.
- Sistem pengoperasian.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Chenemisin off, P.N and Ellerbusch, F., 1958, *Carbon Adsorption Handbook*, Ann Arbor Scienc Publisher Inc., Michigan.
2. Fair, Geyer and Okun, 1968, *Water and Wastewater Engineering Volume 2*, John Willey and Sons Inc., New York.
3. Kirk, R.E and Othmer, D.F., 1965, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2 nd Edition, Intercience Publisher, New York.
4. Mantell, C.L. PhD, 1951, *Adsorption*, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
5. Metcalf and Eddy, 1979, *Wastewater Engineering : Treatment Disposal Reuse*, Tata Mc Graw-Hill Publishing Co.Ltd, New Delhi.
6. Meyers, A.L and Belfort, G., 1983, *Fundamental of Adsorption*, American Institute of Chemical Engineering, New York.
7. Reynold, Tom D., 1982, *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering*, Broke/Cole Engineering Division Monterey, California.
8. Sundstroom, D.W and Kley H., 1979, *Wastewater Treament*, Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.